
基于 Cortex[®]-M 的 MCU 上的 EBI 的 NAND 闪存接口

简介

外部总线接口（External Bus Interface, EBI）用来与外部存储器之间传输数据。MCU 的 EBI 在内部 AHB 总线和外部存储器之间传输数据。

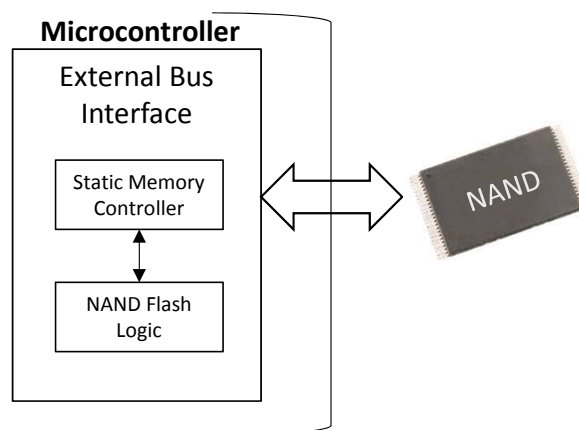
EBI 映射到 Cortex[®]-M 内核的外部 RAM 区域。Cortex-M7 存储器系统的外部 RAM 区域（0x60000000-0x9FFFFFFF）专供片上或片外存储器使用。

本文档重点介绍 NAND 闪存与使用静态存储器控制器（Static Memory Controller, SMC）的 EBI 的接口。作为 EBI 的一部分，SMC 可以处理如下所示的几个外部存储器和外设：

- SRAM
- PSRAM
- PROM
- EEPROM
- LCD 模块
- NOR 闪存
- NAND 闪存

CPU 内核通过 AHB 总线矩阵访问 SMC。SMC 可通过复用 I/O 引脚连接到外部静态存储器，如 NAND 闪存。

图 1. NAND 与 SMC 的接口



适用的 MCU:

基于 Cortex-M7 和 M4 并带有 EBI-SMC 的 Microchip MCU，即 ATSAMV71、ATSAME70 和 ATSAM4E。

目录

简介.....	1
1. 与 SMC 连接.....	3
2. 硬件接口初始化.....	5
3. 提示与技巧.....	6
4. 参考资料.....	10
Microchip 网站.....	11
变更通知客户服务.....	11
客户支持.....	11
Microchip 器件代码保护功能.....	11
法律声明.....	12
商标.....	12
DNV 认证的质量管理体系.....	13
全球销售及服务网点.....	14

1. 与 SMC 连接

SMC 支持具有 8 位和 16 位数据总线的 NAND 闪存器件。

SMC 内嵌 NAND 闪存逻辑，用于处理 NAND 低级协议的所有命令、地址和数据序列。SMC 为每个 NAND 闪存片选（NCSx）提供专用地址空间，用来与 NAND 闪存之间进行命令、地址和数据传输，以尽可能地降低 CPU 开销。使用 NAND 片选信号，可以将多达 4 个 NAND 闪存连接到 SMC。

NAND 闪存器件上的地址锁存使能（Address Latch Enable, ALE）和命令锁存使能（Command Latch Enable, CLE）信号由地址总线的地址位 A22 和 A21 驱动。

下表列出了为各个 NAND 片选（NCSx）信号分配的地址空间，用来与 NAND 闪存之间传输命令、地址和数据。每当将命令或地址字节写入各自的地址空间时，都将使能 NAND 控制信号 ALE 或 CLE。

表 1-1. NAND 片选和对应的地址空间

NAND 片选 (NCSx)	地址空间		将数据字节传输到 NAND 闪存的地址	将地址字节传输到 NAND 闪存的地址	将命令字节传输到 NAND 闪存的地址
NCS0	0x6000_0000	0x60FF_FFFF	0x6000_0000	0x6020_0000	0x6040_0000
NCS1	0x6100_0000	0x61FF_FFFF	0x6100_0000	0x6120_0000	0x6140_0000
NCS2	0x6200_0000	0x62FF_FFFF	0x6200_0000	0x6220_0000	0x6240_0000
NCS3	0x6300_0000	0x63FF_FFFF	0x6300_0000	0x6320_0000	0x6340_0000

将 READ ID 命令（0x90）写入存储单元 0x60400000 会触发 CLE，并将数据 0x90 放入 8 位 NAND 闪存的数据总线 D0-D7。

同样地，将 0x00 列地址写入存储单元 0x60200000 会触发 ALE，并将数据 0x00 放入 8 位 NAND 闪存的数据总线 D0-D7。

代码示例：

```

/* Assign NCS0 specific memory address to the variables */
static uint32_t data_addr    = 0x60000000;
static uint32_t address_addr = 0x60200000;
static uint32_t command_addr = 0x60400000;

/* Send command to the NAND Flash.*/
*((volatile uint8_t *)command_addr) = (uint8_t)command;

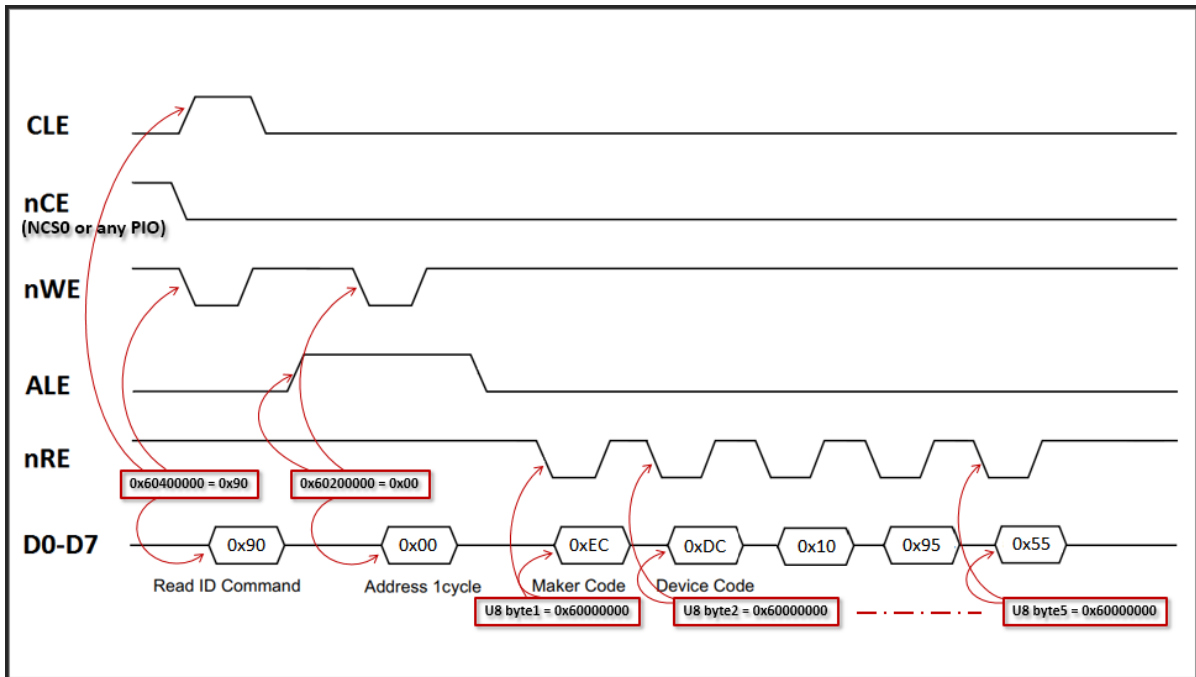
/* Send address to the NAND Flash.*/
*((volatile uint8_t *)address_addr) = (uint8_t)address;

/* Write 8-bit data to the NAND Flash.*/
*((volatile uint8_t *)data_addr) = (uint8_t)data;

```

下图所示为 Read ID 命令和 NAND 闪存部件号 K9F4G08U0E 的响应。

图 1-1. Read ID 命令操作



2. 硬件接口初始化

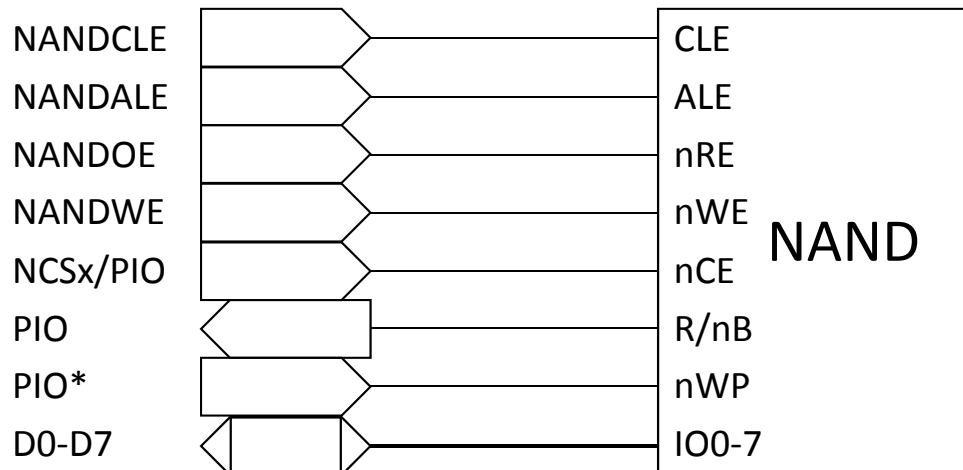
以下为 ATSAMV71Q21 144 引脚封装的硬件连接和寄存器初始化步骤。

注：该初始化过程仅供参考；对于其他 MCU，请参见相应数据手册中的*封装和引脚排列*章节。

连接到 NCS0 的 8 位 NAND 的 I/O 引脚初始化：

- 要初始化 8 位 D0-D7 数据总线，请在外设 A 模式下配置端口 C（PC0 至 PC7）
- 要初始化 NANDOE，请在外设 A 模式下配置端口 C（PC9）
- 要初始化 NANDWE，请在外设 A 模式下配置端口 C（PC10）
- 要初始化 NANDCLE，请在外设 A 模式下配置端口 C（PC17）
- 要初始化 NANDALE，请在外设 A 模式下配置端口 C（PC16）
- 要初始化 R/nB，请将任意 PIO 配置输入引脚并使能上拉
- 要初始化 nCE，请将任意 PIO 配置为输出引脚（有关受支持的 nCE 连接类型，请参见[提示与技巧](#)）

图 2-1. MCU 8 位 NAND 硬件连接



* For the application requiring the Write Protect feature, nWP shall be assigned to a PIO. Otherwise, nWP shall be pulled-up permanently.

下面介绍了初始化相关的寄存器设置：

- 使能 SMC 外设时钟。
- 使能端口 C 时钟。
- 根据所选的 nCE 和 R/nB 引脚，使能对应的端口。
- 将 SMC NAND 闪存片选配置寄存器中的 SMC_NFCS0 位置 1，以便将 NCS0 分配给连接的 NAND 闪存。
- 根据 NAND 闪存制造商推荐的时序参数设置 SMC 设置、脉冲和周期时序。请参见 NAND 闪存规范中的交流特性。
- 设置 SMC_MODE0 寄存器中的必需位，即设置 READ_MODE、WRITE_MODE 和 DBW = 0

3. 提示与技巧

EBI 的 MPU 区域设置

为确保处理器保持事务顺序并纠正 NAND 闪存行为，必须在存储器保护单元（MPU）中将 NAND 闪存地址空间声明为设备或强排序存储器。

纠错码（ECC）

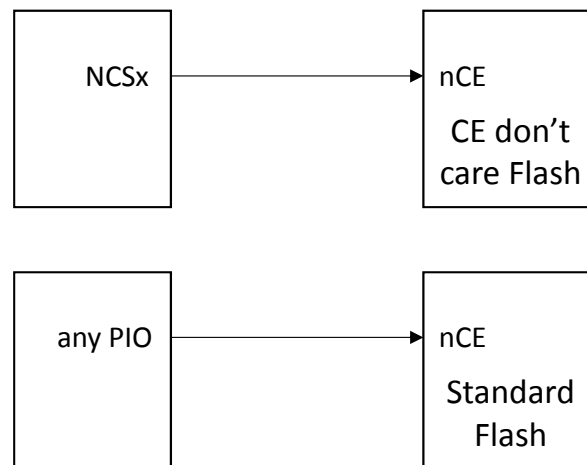
SMC 不支持硬件 ECC，必须使用软件来处理 NAND 闪存页面备用区域的 ECC 字节的生成和验证。

Microchip 的高级软件框架（Advanced Software Framework, ASF）提供了软件 API，用来为大小为 256 字节倍数的数据块生成 3 个字节的汉明码，也就是说，每 256 字节生成 22 位汉明码。ASF 的 ECC 验证 API 能够实现每 256 字节 1 位错误检测和校正以及每 256 字节多位错误检测。

芯片使能（nCE）

如果 NAND 闪存的芯片使能（nCE）信号连接到 PIO 线，即使未选择 NCSx，信号也会保持有效以阻止 NAND 闪存返回待机模式。nCE 与 NCSx（x = 0、1、2、3）或任意 PIO 的连接取决于 NAND 闪存规范。例如，如果 NAND 闪存属于无关片选的类型，则必须将 nCE 信号连接到 NCSx。

图 3-1. nCE 连接选项



就绪/忙碌（R/nB）

NAND 闪存的就绪/忙碌（R/nB）信号必须连接到 PIO 输入。

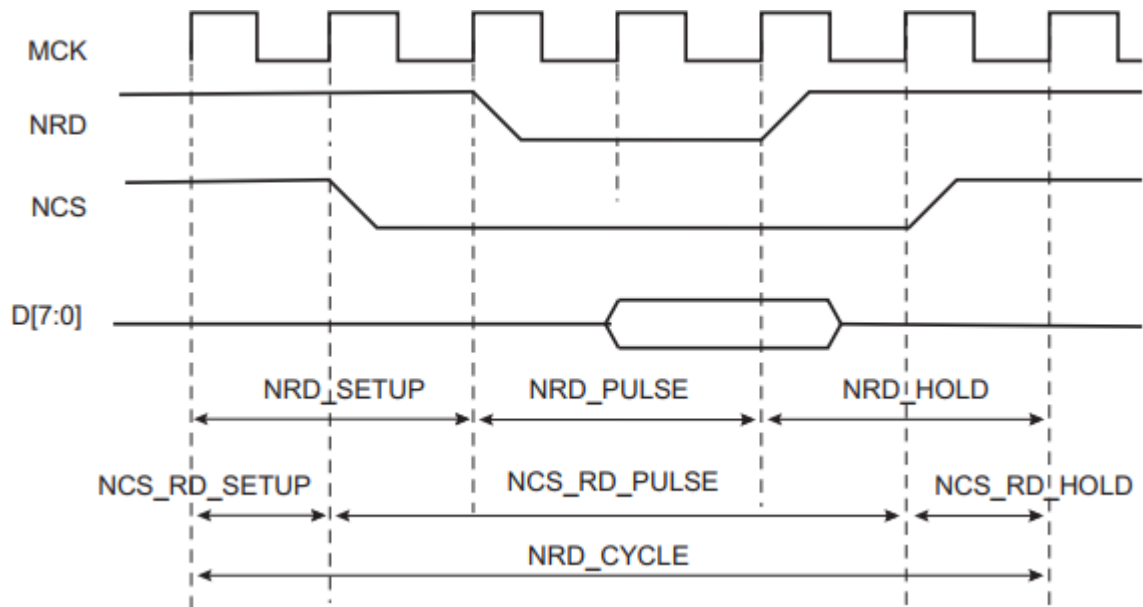
SMC 时序

访问 NAND 闪存所需的读写时序周期以 SMC 内核时钟周期为基础，可通过电源管理控制器（Power Management Controller, PMC）使能或禁止。SMC 内核时钟源自主时钟（MCK），因此 MCK = SMC 时钟。

读写时序针对每个片选（NCSx）单独定义，是主时钟周期的整数倍。

- 读取时序：
 - 闪存读取由 NRD（也称为 NANDOE 或 nRE）或 NCS（也称为 NCSx，其中 x = 0、1、2 和 3）控制。SMC 需要知道数据总线上的读取数据何时可用。控制操作通过 SMC_MODE 寄存器中的 READ_MODE 位来实现。

图 3-2. 读取波形



READ_MODE:

0: 读取操作由 NCS 信号控制。

1: 读取操作由 NRD 信号控制。

当 READ_MODE = 1 时，

$$\text{NRD_CYCLE} = \text{NRD_SETUP} + \text{NRD_PULSE} + \text{NRD_HOLD}$$

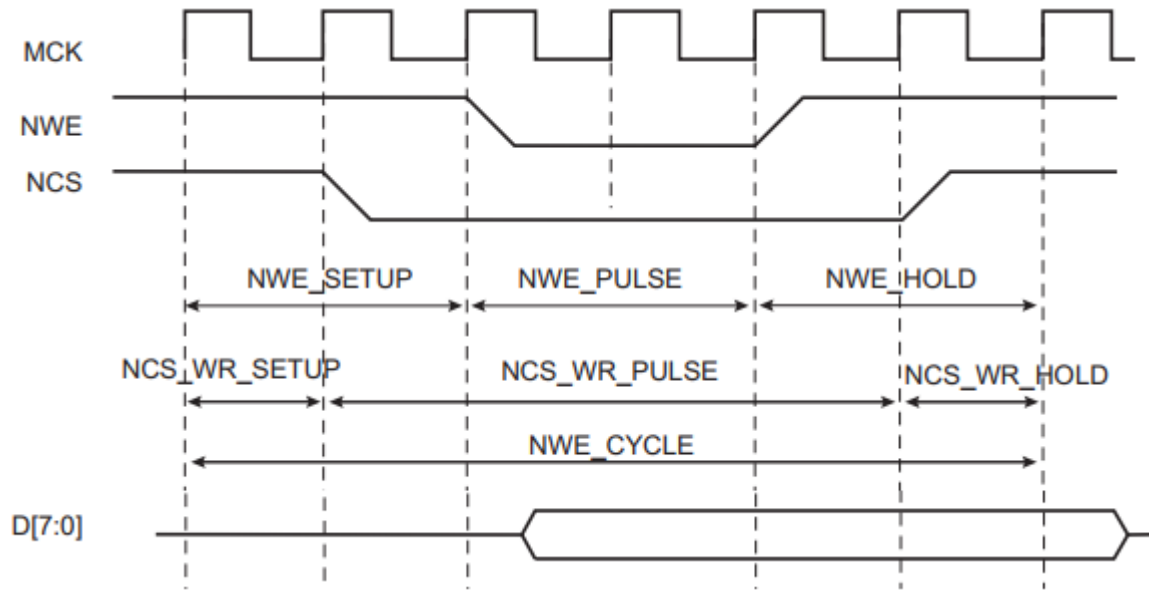
当 READ_MODE = 0 时，

$$\text{NRD_CYCLE} = \text{NCS_RD_SETUP} + \text{NCS_RD_PULSE} + \text{NCS_RD_HOLD}$$

来自 NAND 闪存的数据在 nRE 的下降沿可用。

- 写入时序
 - 闪存写入由 NWE（也称为 NANDWE 或 nWE）或 NCS（也称为 NCSx，其中 x = 0、1、2 和 3）控制。控制操作通过 SMC_MODE 寄存器中的 WRITE_MODE 位来实现。

图 3-3. 写入波形



WRITE_MODE

0: 写入操作由 NCS 信号控制。

1: 写入操作由 NWE 信号控制。

当 WRITE_MODE = 1 时,

$$\text{NWE_CYCLE} = \text{NWE_SETUP} + \text{NWE_PULSE} + \text{NWE_HOLD}$$

当 WRITE_MODE = 0 时,

$$\text{NWE_CYCLE} = \text{NCS_WR_SETUP} + \text{NCS_WR_PULSE} + \text{NCS_WR_HOLD}$$

传入 NAND 闪存的数据在 nWE 的上升沿锁存。

- SMC 时序计算示例:
如前所述, SMC 时序参数高度依赖于 NAND 闪存特性。

以下示例展示了如何计算读取时序值。

假设输入参数为:

MCK = 150 MHz

READ_MODE = 1

RE 脉冲宽度 (tRP) = 不低于 12 ns (来自 NAND 闪存交流特性规范)

在 NRD_PULSE 寄存器中选择适当的值, 可实现 12 ns 的 tRp。

NRD_PULSE 应 \geq 12 ns

SMC 时钟周期 = $1/\text{MCK} = 1/150 \text{ MHz} = 6.7 \text{ ns} \approx$ 大约 7 ns

因此, $\text{NRD_PULSE} = X * 7 \text{ ns} \geq 12 \text{ ns}$

$X \geq 2$

因此，要加载到 NRD_PULSE 寄存器中的值应 ≥ 2

必须小心选择 SMC 时序寄存器的值。如果值偏大，可能会影响性能，而若偏小，可能会影响正常功能。因此，必须选择一个合适的值。

注： 不得将读写 PULSE 时序值编程为零。

注： 基于 Cortex-M3 的 MCU（即 ATSAM3U）上的 SMC NAND 闪存控制器比基于 Cortex-M7 或 Cortex-M4 的 MCU 上的更先进。

以下是 ATSAM3U MCU 上提供的几个主要特性；它们在 ATSAM4E 或 STSAMV71 上不适用：

1. 多种页面大小配置，如 512 + 16 字节（主区域+备用区域）、1024 + 32 字节、2048 + 64 字节和 4096 + 128 字节。
2. 硬件 ECC 支持所有页面大小配置。
3. 用于数据传输的专用 NFC（NAND 闪存控制器）SRAM。
4. 用于数据传输状态的专用中断支持。

有关更多信息，请参见对应产品的数据手册，可在 Microchip 网站上下载这些手册。

4. 参考资料

有关更多信息，请参考以下文档：

- 基于 SMART Arm®的 SAM V71 闪存 MCU 数据手册：
http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/Atmel-44003-32-bit-Cortex-M7-Microcontroller-SAM-V71Q-SAM-V71N-SAM-V71J_Datasheet.pdf
- 基于 SMART Arm®的 SAM4E 系列闪存 MCU 数据手册：
http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/Atmel-11157-32-bit-Cortex-M4-Microcontroller-SAM4E16-SAM4E8_Datasheet.pdf
- 基于 SMART Arm®的 SAM3U 系列闪存 MCU 数据手册：
http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/Atmel-6430-32-bit-Cortex-M3-Microcontroller-SAM3U4-SAM3U2-SAM3U1_Datasheet.pdf
- Arm 参考：
 - <http://infocenter.arm.com/help/index.jsp?topic=/com.arm.doc.dui0646a/CHDBIJJE.html>
 - <http://infocenter.arm.com/help/index.jsp?topic=/com.arm.doc.dui0553a/CHDBIJJE.html>

Microchip 网站

Microchip 网站 <http://www.microchip.com/> 为客户提供在线支持。客户可通过该网站方便地获取文件和信息。只要使用常用的互联网浏览器即可访问，网站提供以下信息：

- **产品支持**——数据手册和勘误表、应用笔记和示例程序、设计资源、用户指南以及硬件支持文档、最新的软件版本以及归档软件
- **一般技术支持**——常见问题（FAQ）、技术支持请求、在线讨论组以及 Microchip 顾问计划成员名单
- **Microchip 业务**——产品选型和订购指南、最新 Microchip 新闻稿、研讨会和活动安排表、Microchip 销售办事处、代理商以及工厂代表列表

变更通知客户服务

Microchip 的变更通知客户服务有助于客户了解 Microchip 产品的最新信息。注册客户可在他们感兴趣的某个产品系列或开发工具发生变更、更新、发布新版本或勘误表时，收到电子邮件通知。

欲注册，请登录 Microchip 网站 <http://www.microchip.com/>。在“支持”（Support）下，点击“变更通知客户”（Customer Change Notification）服务后按照注册说明完成注册。

客户支持

Microchip 产品的用户可通过以下渠道获得帮助：

- 代理商或代表
- 当地销售办事处
- 应用工程师（FAE）
- 技术支持

客户应联系其代理商、代表或应用工程师（FAE）寻求支持。当地销售办事处也可为客户提供帮助。本文档后附有销售办事处的联系方式。

也可通过以下网站获得技术支持：<http://www.microchip.com/support>

Microchip 器件代码保护功能

请注意以下有关 Microchip 器件代码保护功能的要点：

- Microchip 的产品均达到 Microchip 数据手册中所述的技术指标。
- Microchip 确信：在正常使用的情况下，Microchip 系列产品是当今市场上同类产品中最安全的产品之一。
- 目前，仍存在着恶意、甚至是非法破坏代码保护功能的行为。就我们所知，所有这些行为都不是以 Microchip 数据手册中规定的操作规范来使用 Microchip 产品的。这样做的人极有可能侵犯了知识产权。
- Microchip 愿意与关心代码完整性的客户合作。
- Microchip 或任何其他半导体厂商均无法保证其代码的安全性。代码保护并不意味着我们保证产品是“牢不可破”的。

代码保护功能处于持续发展中。Microchip 承诺将不断改进产品的代码保护功能。任何试图破坏 Microchip 代码保护功能的行为均可视为违反了《数字器件千年版权法案（Digital Millennium Copyright Act）》。如

果这种行为导致他人在未经授权的情况下，能访问您的软件或其他受版权保护的成果，您有权依据该法案提起诉讼，从而制止这种行为。

法律声明

本出版物中所述的器件应用信息及其他类似内容仅为您提供便利，它们可能由更新之信息所替代。确保应用符合技术规范，是您自身应负的责任。Microchip 对这些信息不作任何明示或暗示、书面或口头、法定或其他形式的声明或担保，包括但不限于针对其使用情况、质量、性能、适销性或特定用途的适用性的声明或担保。Microchip 对因这些信息及使用这些信息而引起的后果不承担任何责任。如果将 Microchip 器件用于生命维持和/或生命安全应用，一切风险由买方自负。买方同意在由此引发任何一切伤害、索赔、诉讼或费用时，会维护和保障 Microchip 免于承担法律责任，并加以赔偿。除非另外声明，否则在 Microchip 知识产权保护下，不得暗或以其他方式转让任何许可证。

商标

Microchip 的名称和徽标组合、Microchip 徽标、AnyRate、AVR、AVR 徽标、AVR Freaks、BitCloud、chipKIT、chipKIT 徽标、CryptoMemory、CryptoRF、dsPIC、FlashFlex、flexPWR、Heldo、JukeBlox、KeeLoq、Kleer、LANCheck、LINK MD、maXStylus、maXTouch、MediaLB、megaAVR、MOST、MOST 徽标、MPLAB、OptoLyzer、PIC、picoPower、PICSTART、PIC32 徽标、Prochip Designer、QTouch、SAM-BA、SpyNIC、SST、SST 徽标、SuperFlash、tinyAVR、UNI/O 和 XMEGA 是 Microchip Technology Incorporated 在美国和其他国家或地区的注册商标。

ClockWorks、The Embedded Control Solutions Company、EtherSynch、Hyper Speed Control、HyperLight Load、IntelliMOS、mTouch、Precision Edge 和 Quiet-Wire 为 Microchip Technology Incorporated 在美国的注册商标。

Adjacent Key Suppression、AKS、Analog-for-the-Digital Age、Any Capacitor、AnyIn、AnyOut、BodyCom、CodeGuard、CryptoAuthentication、CryptoAutomotive、CryptoCompanion、CryptoController、dsPICDEM、dsPICDEM.net、Dynamic Average Matching、DAM、ECAN、EtherGREEN、In-Circuit Serial Programming、ICSP、INICnet、Inter-Chip Connectivity、JitterBlocker、KleerNet、KleerNet 徽标、memBrain、Mindi、MiWi、motorBench、MPASM、MPF、MPLAB Certified 徽标、MPLIB、MPLINK、MultiTRAK、NetDetach、Omniscient Code Generation、PICDEM、PICDEM.net、PICKit、PICKtail、PowerSmart、PureSilicon、QMatrix、REAL ICE、Ripple Blocker、SAM-ICE、Serial Quad I/O、SMART-I.S.、SQL、SuperSwitcher、SuperSwitcher II、Total Endurance、TSHARC、USBCheck、VariSense、ViewSpan、WiperLock、Wireless DNA 和 ZENA 为 Microchip Technology Incorporated 在美国和其他国家或地区的商标。

SQTP 为 Microchip Technology Inc. 在美国的服务标记。

Silicon Storage Technology 为 Microchip Technology Inc. 在除美国外的国家或地区的注册商标。

GestIC 是 Microchip Technology Inc. 的子公司 Microchip Technology Germany II GmbH & Co. KG 在除美国外的国家或地区的注册商标。

在此提及的所有其他商标均为各持有公司所有。

© 2018, Microchip Technology Incorporated 版权所有。

ISBN: 978-1-5224-3741-3

AMBA、Arm、Arm7、Arm7TDMI、Arm9、Arm11、Artisan、big.LITTLE、Cordio、CoreLink、CoreSight、Cortex、DesignStart、DynamIQ、Jazelle、Keil、Mali、Mbed、Mbed Enabled、NEON、

POP、RealView、SecurCore、Socrates、Thumb、TrustZone、ULINK、ULINK2、ULINK-ME、ULINK-PLUS、ULINKpro、 μ Vision 和 Versatile 是 Arm Limited（或其子公司）在美国和/或其他国家/地区的商标或注册商标。

DNV 认证的质量管理体系

ISO/TS 16949

Microchip 位于美国亚利桑那州 Chandler 和 Tempe 与位于俄勒冈州 Gresham 的全球总部、设计和晶圆生产厂及位于美国加利福尼亚州和印度的设计中心均通过了 ISO/TS-16949:2009 认证。Microchip 的 PIC[®] MCU 和 dsPIC[®] DSC、KEELOQ[®]跳码器件、串行 EEPROM、单片机外设、非易失性存储器及模拟产品严格遵守公司的质量体系流程。此外，Microchip 在开发系统的设计和生产方面的质量体系也已通过了 ISO 9001:2000 认证。

全球销售及服务中心

美洲	亚太地区	亚太地区	欧洲
公司总部 2355 West Chandler Blvd. Chandler, AZ 85224-6199 电话: 1-480-792-7200 传真: 1-480-792-7277 技术支持: http://www.microchip.com/support 网址: www.microchip.com	中国 - 北京 电话: 86-10-8569-7000 中国 - 成都 电话: 86-28-8665-5511 中国 - 重庆 电话: 86-23-8980-9588 中国 - 东莞 电话: 86-769-8702-9880 中国 - 广州 电话: 86-20-8755-8029 中国 - 杭州 电话: 86-571-8792-8115 中国 - 南京 电话: 86-25-8473-2460 中国 - 青岛 电话: 86-532-8502-7355 中国 - 上海 电话: 86-21-3326-8000 中国 - 沈阳 电话: 86-24-2334-2829 中国 - 深圳 电话: 86-755-8864-2200 中国 - 苏州 电话: 86-186-6233-1526 中国 - 武汉 电话: 86-27-5980-5300 中国 - 西安 电话: 86-29-8833-7252 中国 - 厦门 电话: 86-592-2388138 中国 - 香港特别行政区 电话: 852-2943-5100 中国 - 珠海 电话: 86-756-3210040 台湾地区 - 高雄 电话: 886-7-213-7830 台湾地区 - 台北 电话: 886-2-2508-8600 台湾地区 - 新竹 电话: 886-3-577-8366	澳大利亚 - 悉尼 电话: 61-2-9868-6733 印度 - 班加罗尔 电话: 91-80-3090-4444 印度 - 新德里 电话: 91-11-4160-8631 印度 - 浦那 电话: 91-20-4121-0141 日本 - 大阪 电话: 81-6-6152-7160 日本 - 东京 电话: 81-3-6880-3770 韩国 - 大邱 电话: 82-53-744-4301 韩国 - 首尔 电话: 82-2-554-7200 马来西亚 - 吉隆坡 电话: 60-3-7651-7906 马来西亚 - 檳榔嶼 电话: 60-4-227-8870 菲律宾 - 马尼拉 电话: 63-2-634-9065 新加坡 电话: 65-6334-8870 泰国 - 曼谷 电话: 66-2-694-1351 越南 - 胡志明市 电话: 84-28-5448-2100	奥地利 - 韦尔斯 电话: 43-7242-2244-39 传真: 43-7242-2244-393 丹麦 - 哥本哈根 电话: 45-4450-2828 传真: 45-4485-2829 芬兰 - 埃斯波 电话: 358-9-4520-820 法国 - 巴黎 电话: 33-1-69-53-63-20 传真: 33-1-69-30-90-79 德国 - 加兴 电话: 49-8931-9700 德国 - 哈恩 电话: 49-2129-3766400 德国 - 海尔布隆 电话: 49-7131-67-3636 德国 - 卡尔斯鲁厄 电话: 49-721-625370 德国 - 慕尼黑 电话: 49-89-627-144-0 传真: 49-89-627-144-44 德国 - 罗森海姆 电话: 49-8031-354-560 以色列 - 赖阿南纳 电话: 972-9-744-7705 意大利 - 米兰 电话: 39-0331-742611 传真: 39-0331-466781 意大利 - 帕多瓦 电话: 39-049-7625286 荷兰 - 德卢内市 电话: 31-416-690399 传真: 31-416-690340 挪威 - 特隆赫姆 电话: 47-7288-4388 波兰 - 华沙 电话: 48-22-3325737 罗马尼亚 - 布加勒斯特 电话: 40-21-407-87-50 西班牙 - 马德里 电话: 34-91-708-08-90 传真: 34-91-708-08-91 瑞典 - 哥德堡 电话: 46-31-704-60-40 瑞典 - 斯德哥尔摩 电话: 46-8-5090-4654 英国 - 沃金厄姆 电话: 44-118-921-5800 传真: 44-118-921-5820
亚特兰大 德卢斯, 乔治亚州 电话: 1-678-957-9614 传真: 1-678-957-1455 奥斯汀, 德克萨斯州 电话: 1-512-257-3370 波士顿 韦斯特伯鲁, 马萨诸塞州 电话: 1-774-760-0087 传真: 1-774-760-0088 芝加哥 艾塔斯卡, 伊利诺伊州 电话: 1-630-285-0071 传真: 1-630-285-0075 达拉斯 艾迪生, 德克萨斯州 电话: 1-972-818-7423 传真: 1-972-818-2924 底特律 诺维, 密歇根州 电话: 1-248-848-4000 休斯敦, 德克萨斯州 电话: 1-281-894-5983 印第安纳波利斯 诺布尔斯维尔, 印第安纳州 电话: 1-317-773-8323 传真: 1-317-773-5453 电话: 1-317-536-2380 洛杉矶 米申维耶霍, 加利福尼亚州 电话: 1-949-462-9523 传真: 1-949-462-9608 电话: 1-951-273-7800 罗利, 北卡罗来纳州 电话: 1-919-844-7510 纽约, 纽约州 电话: 1-631-435-6000 圣何塞, 加利福尼亚州 电话: 1-408-735-9110 电话: 1-408-436-4270 加拿大 - 多伦多 电话: 1-905-695-1980 传真: 1-905-695-2078			